

【开放学习实践】

【编者按】北京开放大学一直以来密切关注信息技术时代教育教学的创新。英国开放大学自2012年开始每年发布《创新教学报告》，旨在探索交互世界中教学、学习和评价的新形式，用以指导教师和政策决定者做出富有成效的创新。此为2015年度报告，由英国开放大学教育技术研究所的学者与国际斯坦福研究学会(SRI International)学习技术中心的研究人员联合推出。我们获得英国开放大学授权将该报告翻译成中文出版，供相关领域的教育工作者和专业人士参考借鉴，以期共同推进教学实践创新。

创新教学报告2015

——探索教学、学习与评价的新形式

M·沙普尔斯(Sharples, M.)¹ A·亚当斯(Adams, A.)¹ N·阿洛齐(Alozie, N.)²
R·弗格森(Ferguson, R.)¹ E·菲茨杰拉德(FitzGerald, E.)¹ M·加伟达(Gaved, M.)¹
P·麦克安德鲁(McAndrew, P.)¹ B·米恩斯(Means, B.)² J·雷莫尔德(Remold, J.)²
B·赖迪厄斯(Rienties, B.)¹ J·罗谢尔(Roschelle, J.)² K·沃格特(Vogt, K.)²
D·怀特洛克(Whitelock, D.)¹ L·亚纳尔(Yarnall, L.)²

(1.英国开放大学 教育技术研究所, 英国; 2.国际斯坦福研究学会 学习技术中心, 美国)

许玲 高茜 吴亚婕译

【摘要】本报告提出了在教学应用方面呈现端倪的“十大创新教学法”，包括跨界学习、论证学习、随机学习、基于情境的学习、计算思维、利用远程实验室在科学实验中学习、具身学习、适应性教学、情绪分析和隐性评价，预期这些方法有可能在教育实践中，尤其是在学校后继续教育中引发重大变革。

【关键词】创新教学；跨界学习；计算思维；情绪分析；隐性评价

【中图分类号】G51 【文献标识码】A 【文章编号】2096-1510 (2016) 01-0001-18

一、概述

我们所说的“创新教学”是指当代技术支持的环境中促进教学、学习和评价的理论和实践。《创新教学报告2015》介绍了十种已经影响教育实践或对未来产生影响的教学法。

我们意识到创新教学方法正如同物理学中的基础粒子一样在激增。由开始时的一些基本教学方法（讲授、发现、调查）逐渐扩展到种类丰富、交互性强的教学方法。因此，研究者调整了一些顺序，重新检查之前的报告，确定了以下六个重要主题：规模、联通、反思、扩展、做中学和个性化（见表1）。

（一）规模

过去三年中一项重要创新便是提供大规模在线教育。大规模开放在线课程(MOOCs)使得成千上万的人有机会参与学习。目前，免费提供大学课程的商业模式能否可持续尚难预期。然而，MOOCs的实践已经证明，设计恰当的学习方法可以扩大学习群体的规模。MOOCs教学法基于会话和社交网络学习，可以使来自世界各地的人们共同交流思想，分享观点。参与的人越多，交互就越频繁。2015年7月，有史以来聚集最多学习者在英国开放大学FutureLearn平台上参与学习，270 000人参与了英国文化协会为准备雅思语言考试的学习者而设计的课程。其中，课程中的一

表1 出现在创新教学报告中的教学法主题

主题	教学法（历年报告）
规模	根茎学习（2012） MOOCs（2012, 2013） 群学习（2013） 公民调查（2013） 徽章鉴证学习（2013） 大规模开放社会学习（2014）
联通	无缝学习（2012, 2013） 翻转课堂（2014） 自带设备（2014） 跨界学习（2015）
反思	借助评价开展学习（2012） 学习分析（2012, 2013） 学会学习（2014） 依据分析进行学习设计（2014） 论证学习（2015）
扩展	实景学习（2013） 基于游戏的学习（2013） 基于事件的学习（2014） 故事学习（2014） 阈值概念（2014） 计算思维（2015） 基于情境的学习（2015） 随机学习（2015） 利用远程实验室在科学实验中学习（2015）
实施	创客文化（2013） 拼装（2014） 具身学习（2015）
个性化	个人探究学习（2012） 动态评价（2014） 适应性教学（2015） 情绪分析（2015） 隐性评价（2015）

个视频要求参与者讨论他们如何看待考试，便引发出56 000条评论和回应。管理这种大规模参与需要社交网络技术支持，利用评论功能表达“喜欢”、跟帖功能“跟随”学习者和教育者，能够奖励受欢迎的学习者及其贡献，高亮最成功贡献。

正在尝试应用于大规模教学的其他教学法，包括徽章鉴证学习（badges to accredit learning）、群学习（crowd learning）（参与者为其他学习者提出问题，发布故事、图片、视频和计算机程序，让他们回答或复习）、公民调查（公众提出和参与调查、科学项目）、根茎学习（rhizomatic learning）（学习者以动态方式共同工作以确定自己的课程和学习模式）。

（二）联通

在线大规模学习为来自不同国家、文化和视角的学习者之间建立联系提供了机会，让我们有机会了解如何创建和管理课程，如何鼓励学习者围绕有争议的话题展开富有成果的讨论。

联通的不仅是人们之间的学习活动，也联通了不同的地点。翻转课堂允许传统学校和大学学习的学生，通过观看视频、在线阅读教学文本来学习某一学科的基本原理，然后在校园中与教师展开深入的主题探究和讨论。在跨界学习中，学生在课堂中

开始一项由教师发起的调查，之后使用移动设备如智能手机在户外或者家中持续这项调查，收集数据和证据，然后他们可以在课堂中分享和呈现这些数据和证据。这些都是无缝学习的具体类型，联结不同地点、时间、设备和社会背景的学习体验。自带设备政策不仅支持教师管理联通学习，也允许学生课内外按照自己的路径开展研究与合作学习。

（三）反思

网络社区和现实世界中的活动也能预示教育的未来，因为教育互动是以极其动态的、移动的方式展开的，这可能只是一种观点。同时，知识也来自于沉思与反思。学习是一个持续参与和反思建构的过程。在这个过程中，我们探索环境、开展实验或阅读一本书进而生成新的信息，这些信息随之又被吸收并与我们的已有知识相融合。这一过程所产生的强化和心理冲突成为我们反思和理解之源，可能也促使我们开展进一步探索。创造性学习过程往往会出现学校课堂中（教师鼓励阅读、反思和讨论）、科学实验室中（通过实验、记笔记和数据合成）和现场或博物馆旅行（学生提出探究问题，收集数据，然后在家中或教室里反思其发现）。通过学习结构化论证技能，学生可以向别人解释自己的反思过程以及自己如何参与实验和讨论的合作过程。这无疑是学会学习过程中的重要组成部分。

借助评价开展学习，可以帮助每位学习者反思当前学习困难，寻求相关资源以克服困难。最为有效的是，这种形成性评价融于整个学习周期，即提供新信息掌握程度的反馈，激发新的弥补知识空白的学习活动。

学习分析利用学习过程及其结果的数据来提高教学质量服务。这为教育者提供了一种方法，可以据此反思他们应如何教授、设计学习的方式。由此可以推想，学校和大学可以引入制度学习过程，每个人（包括学生在内）可以借助共享软件（如IdeaScale）来反思教学的成功和失败，并提出改进教育质量的建议。

（四）扩展

通过提供多样化的教学方法扩展现有教学方法，使创新教学成为教学整体改进的一部分。应用阈值概念方法打开思考问题的新方式，例如教会“热传递”或“重心”等阈值概念，就可以帮助学生参与烹饪或运动训练等日常活动。故事学习方法开辟古老传统方式的新视角，通过技术如practomime混合课堂和在线讲故事，教师和学生可创造共享故事。通过使用源自计算包括迭代、调试和问题分解的结构化技术，计算思维为解决问题提供了更有效的方法。

技术也能让我们扩展学习发生的环境。学生现

在可以远程操作其他地方的实验室设备并采用昂贵技术来做真正的科学实验。从电视到增强现实等各种各样的技术为学习者提供了基于问题学习和基于情境学习的机会。

设计与管理学习活动是必不可少的，这能够确保学生高效学习。作为教育者、研究人员和政策制定者，需要超越“与朋友打游戏、网上聊天一定是坏事”的假设。恰恰相反，我们应该寻找方法将社交媒体、游戏等方法与正规教育进行有效整合。这并非易事，因为改变根深蒂固的观点不可能一蹴而就，可以尝试将一些游戏或社交聊天工具引入传统教育中。面对教育，或许最大的挑战和机遇是如何将富有成效的随机学习与正规课堂教学相结合。这种随机学习可以发生在家庭、工作场所、博物馆和户外。我们可以采用游戏学习（能够让员工通过在线策略游戏获得决策、战略和谈判的职业技能的方法）或实景学习（在交互地图帮助下学生探索当地环境，引导学生与其他学习者联系，在线探讨同一环境）等方法来实现。

（五）做中学

学校、大学和在线学习固然都有助于促进抽象学术知识的习得。然而具身学习（embodied learning）理念下，我们作为生物，是用身体感官和肢体动作来开展探索、创建、制作与建构的。热烈追捧的创客文化汇聚了众多创客人，爱好者使用现代工具，如树莓派爱好者电脑（Raspberry Pi hobbyist computers）或3D打印机开展环境调查，创建足球比赛机器人或设计复杂的首饰。拼装（Bricolage）就是通过修补材料、改变产品或材料开展学习的实践过程，其中改变产品或材料能够形成新结构。从建造沙堡到简易艺术和时尚衣服，这都体现了游戏化学习的基本过程。

（六）个性化

这里所说的个性化就如同神秘失踪的教育粒子。早在20世纪50年代就开始采用教学机器开展教学，教育技术专家已经尝试开发个性化教学的新方法，以响应每位学生的行为，或推断学生们的心理状态和他们的学习误区。到目前为止，仅在数学或科学的有限主题内得以实现。现在适应性教学能够利用每位学习者之前和当前的学习数据来创建完成教育内容的个性化学习路径。与此同时，情绪分析（analytics of emotions）能够基于情感反应提供个性化学习，个人探究（personal inquiry）能够基于学习者的个人问题和兴趣提供探索机会。个性化学习则是通过动态评价（dynamic assessment）和隐性评价（stealth assessment）等方法来理解和发展学习者态

度和技能的过程。个性化与学习规模不能相容吗？我们开发的新教学方法能让学习者既按照个人学习路径进行学习，同时也能参与共享讨论和协作探究吗？我们需要回答这些问题。

本年度报告中，我们旨在理解和认识交互数字技术时代的学习。通过分析创新教学，我们的目标是随着技术应用的变化，凸显教学、学习和评价方法，这样方能在现在和未来获得成功。

资源：

A provocative and enlightening blog post dealing with the perils of predicting the future of technology for education:

followersoftheapocalypse.se/i-watch-the-ripples-change-their-size-but-never-leave-the-stream-altc-2015/

IdeaScale software to create and share ideas:

ideascale.com

二、跨界学习——连接正式与非正式学习

潜在的影响：高

时间跨度：中期（2-5年）

我们每天都在学习，但仍然选择使用如“幼儿园”“学校”“大学”“合格”或“职业发展”等术语正式标记特定阶段的学习。随着正式学习与非正式学习（如参观博物馆、课后、兴趣社团或实习）的结合，这种区别的边界渐渐变得模糊起来。

“关联技术”“评价与认定学习的新方法”“非正式学习价值”等新见解正在使上述领域逐渐融通。本章节展现我们连结正式学习和非正式学习体验的方式以及它们结合的益处。

除了本身价值之外，非正式学习体验也可激励学生的学术追求。校外学习帮助学生发展技能与倾向，而这些技能与倾向能让他们在学校表现得更好。从正式到非正式跨界学习的简单例子是博物馆参观。博物馆参观带有明显的教育成分，但又有所不同，主要是取决于活动的结构和目的。例如，设定正式目标，即收集主题问题相关的证据。主题问题引导学生游客行动，并将游览作为课程的组成部分。

在正式课程中为学生创设从事基于个人兴趣的个性化主题学习空间，可使学生的非正式学习经验能够运用到课程主题和任务之中。真实的主题体验（如扮演实习或指导角色）也能鼓励学生坚持其职业追求。此外，它还可以促成诸如博物馆、青年爱好俱乐部这类机构与学校和合作，共同开发与校本课程相匹配的学习材料。

跨界学习这个概念适用于我们将学习视为整体的思考方式，也适用于思考正式和非正式学习结合

如何影响各年龄层学生的学习态度和动机的问题，进而拓宽学习的范围。越来越多的教育者、政策制定者和研究人员认为，学习发生在诸多环境和背景的交互作用之中，即一个“学习生态系统”中。此观点的提出伴随着跨界学习兴趣 and 机会提升，跨界学习能够帮助学生将学习生态系统中所获经验联系起来。因此，正式和非正式学习关联研究涵盖方方面面，比如学习设计、活动设计、反思评价和认证，方法与技术能够传递不同环境中的信息和体验，从而帮助我们用不同方式来思考学习。

（一）转向基于能力的学习

有些学校和大学计划在教学中纳入非正式、非学术学习实践，因为他们想要突破基于课堂“座位时间”和完成作业的教育，而转向基于能力的教育，以便更加有益于目标达成和技能获取，而不是单一知识的获得量。学校认识到学生的非正式学习有助于他们技能和能力的发展，可能会减少学生课业负担，给学生一些机会让他们自主的课外活动成为作业的一部分。

有一种极端的想法就是，在课堂中融入非正式学习只是降低对正式结果的期待。但是设计非正式学习活动能让学习者认识和反思他们课外活动的价值。此外，他们通过参与实践活动来发展自身特质和技能，如毅力和自我指导。这些特质与技能则有助于他们在其他学科获得成功。例如，在一个创新项目中，正在学习美国文学的学生们建造了自己的椅子，在此过程中，他们发展了自身解决问题、交流沟通和团队协作的技能。识别所学诗歌与家具制造之间的联系，也有助于他们欣赏文学作品的表现手法和结构。

（二）成就认定

转向跨界学习需要我们调整评价和成就认定的方式。例如，使用徽章记录那些不够正式、不同来源的学习活动。学生用来收集资源的工具如Tumblr或Pinterest能够帮助学习者发展可迁移技能，如内容管理、证据构建和反思性评论。这些工具的使用者提供他们的交互记录、互联网上的信息路径，以便集成零星信息作为主题深入探索的切入点。

现在教师和非正式教育工作者有更多与跨界学习相关的职业发展机会。例如，在博物馆和社区中心进行非正式学习的人可以访问当地课程、统合关键概念，在项目活动和学校学习之间建立有意联系。同样，教师可以尝试在课堂中组织学生进行开放式探索。位于美国加利福尼亚州旧金山的探索博物馆强调动手活动，其教师研究所基于博物馆交互展览背后的原则设计教师活动，并促进教师活动。

正式和非正式教育机构之间的合作有助于确保鼓励跨界学习的员工策略的可持续发展。



图1 旧金山探索博物馆教师研究所的“重新设计你的科学课程”课堂^①

（三）结论

寻找空间以便将非正式学习纳入正规教育中，以发挥非正式学习所具备的丰富经验知识方面的潜力。在学校学习和工作场中直接增加非正式活动能够提高学习动机，增强非正式体验的影响。当前，我们所面临的挑战是如何整合正式学习与非正式学习，以便整合课程，使其既有趣味性，又具有非正式探究的自主性。

资源：

Partnerships between art museums and schools:

blog.ed.gov/2015/06/16-museums-inpartnership-with-schools-a-model-for-learning/

The Exploratorium Teacher Institute, San Francisco, USA:

exploratorium.edu/education/teacher-institute

Weidinger, N. (2012). *Maker Education and The WikiSeat Project*, The Institute for the Future Blog.

iff.org/future-now/article-detail/makereducation-and-the-wikiseat-project/

Example of crossover learning between an elementary school and local museums:

jacksonville.com/news/metro/2015-05-10/story/museum-magnet-creates-little-curators-and-docents-cross-over-learning

Report exploring the relationships between science education in formal and informal settings:

Bevan, B., Dillon, J., Hein, G.E., Macdonald, M., Michalchik, V., Miller, D., et al. (2010).

Making science matter: collaborations between informal science education organizations and schools. Washington DC: Center for Advancement of Informal Science Education.

www.informalscience.org/documents/MakingScienceMatter.pdf

National Research Council. (2015). *Identifying and supporting productive STEM programs in out-of-school settings*. Washington, DC: National Academies Press.

www.nap.edu/catalog/21740/identifying-and-supporting-productive-stem-programs-in-out-of-school-settings

三、论证学习——发展科学论证技能

潜在的影响：中等

时间跨度：短期（1-2年）

现代教育超越了单纯的知识及其传播过程，更为重要的是让学生成为积极的反思性学习者。论证教学法促使学生去面对这个世界所面临的问题，例如气候变化和基因工程及其对于人类自身行为的反思。

学生通过参与科学家所用的各种探索和沟通过程，能够深度理解科学观点，其中包括从现有证据中进行推理和争辩，以改进和反驳相关的观点，做出解释，使用准确语言交流各自的理解等。科学论证方法并不局限于传统科学，还可以应用到数学、历史、语言、艺术和人文科学中。科学内容和科学实践需要统合学习，既不应孤立地教授，也不能将其中一个作为另一个学习的先决条件。

论证教育让学生参与到科学论证中。这与基于讲课、回答已知封闭式问题的传统科学教学法形成了鲜明的对比。论证教学法让学生提出主张、提供支持主张的证据，讨论某人呈现的主张证据是否充分，根据学科标准判断其是否合理。

（一）教师如何鼓励有成效的论证

为了从论证中获益，学生必须仔细倾听和讨论、证明观点、阐述理由和证据来表达自身想法。这种课堂讨论对大多数学生来说并不容易，教师需要精心设计，提供支持。教师鼓励论证的实践与相关的学习活动有很多，包括：

让学生采用口头、书面方式表达他们的想法；

鼓励学生提问，促使他们评价和完善自己的想法；

用更科学或精确的语言重新描述或表达学生的评论；

鼓励学生开发和使用模型来阐释观点。

专业发展培训能够帮助教师使用这些策略引导动态小组讨论。教师采用轮流谈话、积极倾听等方法，建设性地回复他人想法，并通过这些规范来支持建设性论证。

（二）采用技术支持，论证学习

发起围绕某种科学观点的严肃讨论，好的方法是提出一个令人深思的问题，这个问题没有简单的答案，却需要借助理论和证据才能深入讨论。例如，为什么鸟降落在电缆上不会触电？为什么飞机飞过我们感觉不到它的重量？我们可以测量智力吗？时间旅行有可能吗？我们如何知道耶稣是一个真正的人？

教师可以让学生小组调查一个主题，然后分

享和对比他们的回答。教师可以采用课堂交流的技术促进讨论，可将应答设备分发给每位学生，让他们点选问题答案。教师提示学生，建议给出不同答案，然后投票选出最佳答案，显示每个选择的学生数量条形图。随后教师让全班讨论，鼓励进一步提供论据，然后再次投票。通常来说，这时候学生的回答就会更加聚焦科学规范的理解。

学生还可以在线开展科学论证。例如Cohere system支持可视化论证。知识论坛网络环境支持学生表达、连接和反思自己及对对方的想法。学生使用知识论坛建立对科学话题的全面认识，例如人体系统和污染原因。

基于网络的科学探究环境（WISE）平台提供了中学生物、化学、地球科学和物理课题中的各种科学项目。这些项目基于驱动性问题，然后引导学生在线调研，要求他们以调研过程中收集的数据为支撑制定论证和解释。许多项目引发学生辩论，提出彼此不同的解决方案或结论，以期进一步精炼学生思考。

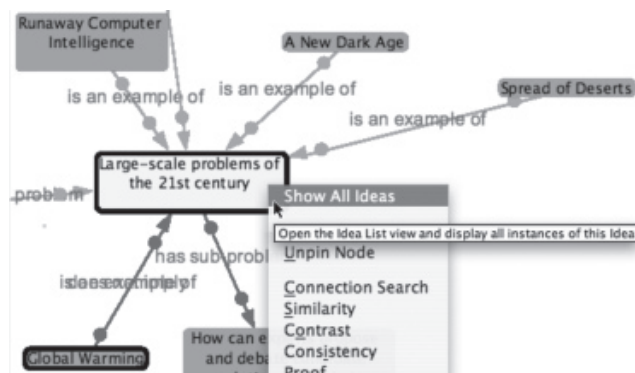


图2 争辩可视化^②

（三）结论

实施论证教学法比较困难。大多数学生和教师习惯于有现成答案的问题，学生通过这些问题能够展示个人对科学思想或主题的掌握程度。相比之下，论证给学生提供了通过话题转换提出假设、批判和捍卫观点来建构知识的学习机会。在深思熟虑型教师引导下，学生学习专业论证形式，科学家就是使用这种论证形式来构建对自然世界的深度理解。教师可能需要几年的时间才能成为引领课堂讨论的专业人士，这种课堂讨论能够促进学生科学知识和论证能力的发展。开发丰富的、与课程相匹配的科学论证问题或主题也很困难。

幸运的是，免费在线资源为教师提供了有用的例子。为促进面对面或在线讨论，精心设计的科学学习活动整合丰富话题，并可以结合技术来支持沟通，记录学生想法及其随时间产生的变化。

资源:

Knowledge forum online environment for knowledge building:

www.knowledgeforum.com/

20 big questions in science:

www.theguardian.com/science/2013/sep/01/20-big-questions-in-science

Alozie, N. M., Moje, E.B., & Krajcik, J.S. (2010).

An analysis of the supports and constraints for scientific discussion in high school project-based science. *Science Education*, 94(3), 395-427.

deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/69162/20365_ftp.pdf?sequence=1

Description of Cohere system for argument visualisation:

Buckingham Shum, S. (2008). Cohere: Towards Web 2.0 Argumentation. In *Proceedings of COMMA '08: 2nd International Conference on Computational Models of Argument*, 28-30 May 2008, Toulouse, France. IOS Press, 97-108.

oro.open.ac.uk/10421/

Comprehensive survey of research into using 'clicker' technology in large classrooms:

Caldwell, J.E. (2007). Clickers in the large classroom: current research and best-practice tips. *CBE-Life Sciences Education*, 6(1), 9-20.

www.lifescied.org/content/6/1/9.full

Study of classroom conditions that promote, nurture and sustain argumentation practices among students:

Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38(1), 39-72.

[cset.stanford.edu/sites/default/files/files/documents/publications/Osborne-Supporting and promoting argumentation discourse in science education .pdf](http://cset.stanford.edu/sites/default/files/files/documents/publications/Osborne-Supporting%20and%20promoting%20argumentation%20discourse%20in%20science%20education.pdf)

To provoke argument among educators, see:

Kirschner, P. A. & van Merriënboer, J. J. G. (2013). Do learners really know best? Urban legends in education, *Educational Psychologist*, 48(3), 169-183.

[ocw.metu.edu.tr/pluginfile.php/3298/course/section/1174/Do Learners Really Know Best.pdf](http://ocw.metu.edu.tr/pluginfile.php/3298/course/section/1174/Do%20Learners%20Really%20Know%20Best.pdf)

Practical guidelines for teachers to manage productive talk in science classrooms:

Michaels, S. & O' Connor, C. (2012). *Talk Science Primer*. Cambridge, MA: TERC.

inquiryproject.terc.edu/shared/pd/TalkScience_Primer.pdf

Resnick, L. B., Michaels, S., & O' Connor, M.C. (2010). How (well-structured) talk builds the mind. In D. D. Preiss & R. J. Sternberg (Eds.), *Innovations in Educational Psychology*:

Perspectives on Learning, Teaching, and Human Development. New York, NY: Springer. 163-194.

www.lrdc.pitt.edu/bov/documents/resnick_howwell-structuredtalkbuildsthemind_033012.pdf

它可以发生在任何时间和任何地点：家里、工作中或者活动中。随机学习常常没有教师引领，既不遵循一个结构化课程，也不会有正式认证。它经常发生在学习者自愿参加的活动中，且是日常工作和休闲生活的一部分。

(一) 研究者如何探究随机学习

幼儿在发展语言能力、玩玩具、同家人和朋友交流时，都是在参与随机学习。通过自由玩耍，他们学习解决问题、语言运用以及社会、生理和自我调节技能。

在一项算术随机学习研究中，以算数结果多或少近似即可的方式，测试儿童做算术的能力。研究发现，5-6岁儿童中65%可以回答这样的问题，如“如果你有24个贴纸，我给你27个，你的贴纸比35多还是少？”看起来没有教过他们，但许多儿童能够通过评价技能的随机学习而进行估算。在他们进入学校开始学习“ $2 + 2 = 4$ ”时，这些强大且通用的技能并未得到进一步开发。

学校认识到孩子们可以通过玩耍和发现来学习，并为非结构化探索安排了时间。但他们常常对于入学儿童已经获得了估算、创造性解决问题、文字游戏和游戏设计技能的情况估计不足，而这些技能却是形成一类新型基础课程的基础。

随机学习会持续到成年，但通常没有考官或雇主来评定。早期随机学习研究探索人们如何通过观察、与同事交谈、使用工作工具和解决问题将学习作为他们日常工作的一部分。



图3 孩子们在无拘无束玩乐时仔细观察一只香蕉蛞蝓^③

四、随机学习——开展无计划或无意学习

潜在的影响：中等

时间跨度：中期（2-5年）

随机学习中的学习往往是无计划的、无意的。

研究人员已经确定随机学习的成功要素，即学习者目标、与之讨论和互动的人群、手头可支配的工具、他们的环境和可用时间。这些要素可以提高对随机学习的理解，创建支持随机学习的环境。

学习者的坚持和自信有助于他们的随机学习取

得成功。学习过程中学习者一定会寻求帮助，随机学习过程则容易忽视这种需求。因此，社会环境也很重要。随机学习者遵循一个类似于研究性学习方法的路径：设定和精炼问题、计划一个探索路径、确定有帮助的资源，或者他们能找到学习发生的环境，如公开研讨会或读书俱乐部。

（二）协助随机学习

游戏设计者将随机学习机会嵌入计算机游戏中，设置挑战和提供奖励、提供景观导航、推断规则、对游戏角色动机和行动的解读。一些“严肃游戏”采用类似于随机学习的形式，让玩家沉浸在一个陌生环境中获得语言文化技能。旧时家庭常常让年轻人出国旅行去学习国外语言文化，这种方式便是建立在已有方法之上（来自于欧洲十八世纪的“遍游欧洲大陆的教育旅行”）。

第二语言教育工作者很早就发现富语境和社会交互学习的优势，随机学习者沉浸在真实的外语环境中体验社会交互学习。游客和移民通常比课堂里的学生学语言快得多。仿真沉浸式随机学习的技术包括鼓励学习者在学习语言时保持日常对话，开展专门的语言教学，将课外范例（例如看带字幕的外国电影）带回教室并进行自我反省和讨论。

教育工作者也在探索如何设计学习体验，这些体验依赖于随处、随时的学习。教学方法包括支持学习者反思他们生活中的学习，在随时学习和有目的的学习之间建立联系。

（三）新进展

新进展有望扩展随时学习的益处。例如，iSpot 市民科学应用程序用于所有年龄段，人们发现并分享他们观察到的野生动物。例如一位徒步旅行者可以通过iSpot上传一只不同寻常的鸟、昆虫或花的照片，并添加基本信息。如果可能的话，再添加一个建议性标识，其他人通过添加、修改或确认标识来回应。一旦确认，这个软件将这个新添加的标识与该物种的其他标识连接起来。简单的随时学习行动可以让贡献者走上一条探索之路，包括与其他目击者相比较、逐步了解专家如何分类物种等。

基于随机工作导向学习的原则，斯坦福研究院（SRI International）正在开发一个手机应用程序，作为在职学习中的虚拟指导程序。雇主和雇员均可参与其中，学习过程中生成有价值的内容，并通过浏览“一副牌”功能来分享这些内容。学习者根据个人可用时间来设定学习目标，跟踪个人进度。他们还可以在应用程序中寻求与工作主题相关的信息，并与参与类似任务的同事联系。

（四）结论

虽然随机学习能够丰富正式学习并贯穿于人的一生，但它对教师和学生提出了挑战。由于随机学习不能被计划也往往不能被记录，教师很难知道它何时发生。随之而来的挑战便是如何为学习者提供及时反思的机会，让学习更加透明，帮助他们重新审视独立学习片段，让随机学习成为贯穿长久学习旅程的一部分。同样，对于学习者来说也充满挑战，他们需要珍惜自己的旅途，寻求时间，追求自己的爱好和兴趣，抵制其他人如父母、教师、管理者的过分安排，证明他们个人学习是有价值的。

我们仍然对儿童如何获得与语言、算术、科学、社会交互相关的能力知之甚少，更不用说如何开始创造力、艺术欣赏、心理学和哲学。当研究人员开始揭示随机学习过程时，我们可以看到一些新兴教学法的出现，它们始于儿童已有技能培养，延伸至成年技能培养。

资源：

iSpot community to identify wildlife and share nature:

www.ispotnature.org/

Study of how pre-school children can solve addition and subtraction problems through approximate arithmetic:

Gilmore, C. K., McCarthy, S. E., & Spelke, E. S. (2007). Symbolic arithmetic knowledge without instruction. *Nature*, 447(7144), 589-591.

www.psychology.nottingham.ac.uk/staff/lpzcg/files/nature05850.pdf

Design of web-based systems to support incidental learning:

Glahn, C., Specht, M., & Koper, R. (2009).

Perspective and Contrast, Design Principles for Supporting Self-directed and Incidental Learning.

In Proceedings of I-KNOW' 09 and I-SEMANTICS' 09, 2-4 September 2009, Graz, Austria.

dSPACE.learningnetworks.org/bitstream/1820/2009/1/perspective_and_contrast_design_principles.pdf

Kerka, S. (2000). *Incidental learning*. Trends and Issues Alert No. 18: Center on Education and Training for Employment.

www.calpro-online.com/eric/docs/tia00086.pdf

Le Clus, M. A. (2011). Informal learning in the workplace: a review of the literature. *Australian Journal of Adult Learning*, 51(2), 355-373.

ro.ecu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1152&context=ecuworks 2011

Silva, P. M. (2007). *Epistemology of Incidental Learning*. PhD, Virginia Polytechnic Institute and State University.

scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-10162007-224008/unrestricted/silva.pdf

Application of psychological theory to overcoming the distinction between formal and informal education:

Strauss, C. (1984). Beyond 'formal' vs. 'informal' education: uses of psychological theory in anthropological research. *Ethos*, 12(3), 195-222.

scholarship.claremont.edu/pitzer_fac_pub/66/

五、基于情境的学习——情境如何形成以及如何被学习过程塑造

潜在的影响：中等

时间跨度：中期（2-5年）

情境是我们通过区分相关要素来获得体验。例如我们读一本书时，每个词和短语的意义不仅要靠它自身特性来表达，也由其所在位置及与其相关的其他词或插图来共同表达。

直到最近，教育旨在减少情境对学习的影响，以便儿童能够获得普遍性知识，不论何时何地、何种环境下都能够参与适当的测试。然而，许多行业如医药、艺术或工程学，要求人们将一般专业知识应用于具体情境中。他们还需要从很多不同情景工作中积累实践知识。所以，对于创新教学来说理解情境如何与学习相关联至关重要。

（一）情境中学习和通过创造情境学习

设想一群朋友站在艺术画廊的一幅画前。他们身处一个特定环境中，包括绘画作品、画廊、朋友和其他人。他们也通过参与共享行动和对话、移近欣赏画作、与艺术家讨论、将此画作与之前看过的其他画作进行对比来创造情境。因此，情境包含两个方面，一方面是我们所沉浸其中的，另一方面是我们所创造的。看书也是如此：我们在看页面特定的文字时，同时也从我们的语言文学知识中创建上下文意义。

特定的情境影响着我们，我们也通过自己的活动丰富或改变着情境。情境的双重本质给各个教育阶段的教师带来了困扰。幼儿教师需要给幼儿机会，让他们通过探索性游戏创造情境，同时还要保护他们避免在户外和网络中进入危险情境。在大学，诸如地质学、考古学和环境科学，此类学科的一个核心问题是是否需要采用实地考察的方式，让学生沉浸在充满各种风险和不确定性的真实环境中，还是通过制作或模拟典型数据给他们提供与实地科学家类似的体验。

增强现实、虚拟现实和环境模型可以为学生提供查看和抽样真实数据的体验，例如，通过虚拟显微镜观看预先准备的岩石图片，你可以缩放、扫描图像以及在不同照明条件下观看图像。这些增强技术方法提升可访问性和教师控制环境的容易度，但这些优势必须要权衡在真实环境中开展科学实验的价值，尽管真实环境中做实验可能有困难且参与的代价会很高。

（二）与情境相关的学习技术

与情境相关的新技术为学习提供了开发和丰

富情境的机会。手持的位置感知向导和增强现实应用程序通过音频、文本和图像来描述当前位置或对象。比如一幅画或博物馆，其目的就是给访客提供与具体位置或展览有关的一般信息。

Aris应用程序提供了一套创建和交付地理定位游戏的工具，比如寻宝活动（scavenger hunts）和复现历史事件（re-enactments of historical events）。一款Aris游戏再现了20世纪60年代威斯康辛大学麦迪逊校区的学潮运动。大学访客扮演记者角色，围绕校园移动，通过校园中事件发生地点的图片和视频，见证过去事件，对事件参与者进行模拟采访。

Aris用户还可以通过拍照及在地图上添加笔记来创建环境，当其他人到达适当位置时便可观看。Aris和基于情境的类似系统被广泛使用，如公民新闻中，人们记录日常事件，或语言学习中，人们用外语在位置和对象上增加标签，当其他人访问这些位置时便会在设备上弹现出来。

在情境中学习时，业余科学家社区已经分享和比较了诸如天气、野生动物、岩石和化石等当地的数据。学校可以通过诸如Journey North这样的网站来参与社区活动，吸引全世界的学生和市民科学家来研究野生动物迁移和季节性变化，包括跟踪蜂鸟的迁移，记录看到的蝴蝶和春天郁金香盛开的时间。通过探索跨时间、跨地域的数据模型来形成迁移和气候变化的普遍性知识。



图4 Aris基于情境的游戏展现20世纪60年代学潮运动^④

（三）教育情境

幼儿学习依赖于时间、地点、人物和特定情境，因此他们生活在“当下”。随着他们逐渐成熟，孩子们渐渐能将普遍性知识运用于环境中进而创造情境。对于儿童和成人来说，工具支撑了这个过程，利用工具可以在情境中获取知识并抽象多重情境下的普遍性知识。

情境学习与先前版本创新教学法报告中所包

含的教学法联系在一起，包括实景学习、无缝学习、基于事件的学习、群学习和公民调查。它们共同的主题是学习，要么是基于情境、理解情境，要么就是多重情境中报道和比较事件。作为一种教育方法，情境学习包括帮助学生从他们周围世界中学习，观察科学和社会中的普遍原则如何与他们的日常生活相联系。

通常来说，将一种环境中所学运用到另一环境中并不是一件易事。话语和观点会依据情境而变化。英语中像“set”这个单词在厨房、网球场、数学教室中意义迥然不同。同样，如果变换情境，思想和活动可能也需要重新解读。在数据项被运用之前，我们需要对这些在特定地点收集的数据项进行检查或修改。基于情境的学习是理解地点和事件的强有力方法，能够将普遍性知识与日常生活相联系，但这需要解释应用于当时情境中的单词、概念和数据的技巧。

资源：

Aris web-based system for creating and playing context-based mobile games:

arisgames.org/

Luckin's Ecology of Resources design framework for learning, context and technology:

eorframework.pbworks.com/w/page/3777765/

FrontPage

Journey North website that engages students and citizen scientists in tracking wildlife migration and seasonal change:

www.learner.org/jnorth/

Discussion of the 'Salters' courses for context-based science education, focusing on development of the Salters Advanced Chemistry course:

Bennett, J., & Lubben, F. (2006). Context-based chemistry: the Salters approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 999-1015.

hal.archives-ouvertes.fr/hal-00513319/document

Hansman, C.A. (2001). Context-based adult learning. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 2001(89), 43-52.

www.andrews.edu/sed/leadership_dept/documents/context_based_adult_.pdf

六、计算思维——利用计算技术开展问题解决学习

潜在影响：中等

时间跨度：中期（2-5年）

学习化学时，我们拓宽和延伸了我们的科学方法知识。学习音乐时，我们发展和完善了我们的时间感和节奏感。每个领域的课程都能培养一套技能，这些技能能够运用到我们的生活中，帮助我们用新方式来理解世界。

谈及计算，我们学习它的原则和语言时，还培

养了问题解决能力。这些合在一起，就被称为计算思维。这些技能及与之有关的概念、实践和视角的价值，已经获得广泛认可。

有些国家正在将计算思维列入学校重点科目名单中。在英国，国家教学课程大纲（National Curriculum）指出，儿童应该接受高质量的计算教育，以培养他们具备计算思维和创造力，以便理解与改变世界。在教育之外，很多大公司如谷歌、微软研究院都将计算思维视为软件工程师必备的基本问题解决能力和技术。

（一）计算思维的要素

计算思维使用同样的步骤来解决各种各样的问题。

分解——将大问题分解成若干小问题；

模式识别——识别出这些小问题与已解决问题之间的关联；

抽象——辨别并搁置不重要的细节；

算法设计——辨别和精炼达成解决方案的必要步骤；

调试——精炼那些步骤。

最后一步是以适当形式呈现解决方案，但通常是隐含的，不包括在主列表中。

这种问题解决方法能够围绕一系列明确步骤展开。在这个过程中方法可能会被内化，因而当我们面对一个新问题时，就需要主动使用这种方法。

“计算”并不意味着要将人们教育成缺乏想象力的机器那样进行思考，并只有当输入一系列指令时才会解决问题。计算思维是一种当人们尝试去解决问题时所采用的一种思考方法。该方法设定一系列清晰的步骤，但是分解和操纵这些步骤是人类创造性的活动。

尽管这种思维方法是在计算机程序和电脑科学背景下产生的，但其应用范围越来越广。在一些定义中将此方法限定于问题解决程序开发，这是一种机械化的解释。这似乎是一种不必要的限制。计算思维提供了一种形成问题及解决问题的方式。它让人们能够自信地处理错综复杂、开放式的问题。当开发计算机应用程序时，人们很有必要具备这种思维，但是在其他学科中也有其重要价值。

（二）基于问题的学习

在课堂中，计算思维能与基于问题的学习相结合。这种教学法是回应专业实践的需求而形成的，确保学生不仅仅能够通过考试，而且也能将所学概念运用到实践中。

为了让基于问题的学习发挥作用，教师需要确保学生熟悉相关技能和概念，学生在运用问题解决策略时能够得到指导。这可能涉及到：

检查案例并澄清术语;

识别问题;

分析问题;

拟定一个解释性模型;

确立学习目标;

独立工作收集附加信息;

应用并讨论附加信息。

例如,医学专业学生查看某位病人的一系列信息。他们在弄清楚细节之后,列出关键症状及可能病因,指出哪些地方可能会出现误诊。为了弄清楚诊断是否正确,他们需要确定还需要查明什么,之后进行一系列检查,然后使用一些附加数据做出确切诊断。

这是课堂问题解决教学的系统化方法。该方法聚焦于单一问题,同时包括学习目标。它从小组合作转移到个体研究上,最后再回到班级。尽管个人工作量大,但实质上它是有时限的方法。在现实世界中,此过程会进一步延伸,因为方案测试和完善需要经历很长时间。在基于问题的学习中,整个过程会在第7步结束,此步中要与教师讨论生成一个合适的问题解决方案。

计算思维不同于基于问题的学习,因为计算思维源自一个急需解决的实际问题,而不是完成预先准备好的练习。它将一个初始问题分解成多个小问题,然后将这些问题与以往已解决的问题联系起来。它假定解决方案将被不断测试和精炼,直至成为一个可接受的方案。因此,在实践中计算思维比基于问题的学习方法更有用,但它可能不太适合解决人文和社会问题,因为这些问题不易拆解成子问题。

(三) 计算思维技能

在计算背景下,学会解决问题与技能发展有关。研究者对孩子们如何参与Scratch编程环境展开调查,他们证实技能、技能转变与计算机思维相关:

实验与迭代——开发某个程序,反复尝试,然后开发出更多程序。

测试与调试——工作时发现和解决问题。

重用与演绎——建立在已有项目或者想法上。

抽象和模块化——探索整体与部分之间的关联。

表达——认识到以这种方式工作是一个创造性活动。

连接——认识到与他人一起创造和为别人创造的力量。

质疑——认为有权提出与世界有关的问题。

这些发现都强调计算思维更像是解决问题的一套步骤。它不仅仅是一种思维方式,也是一种工作和处理问题的方式。

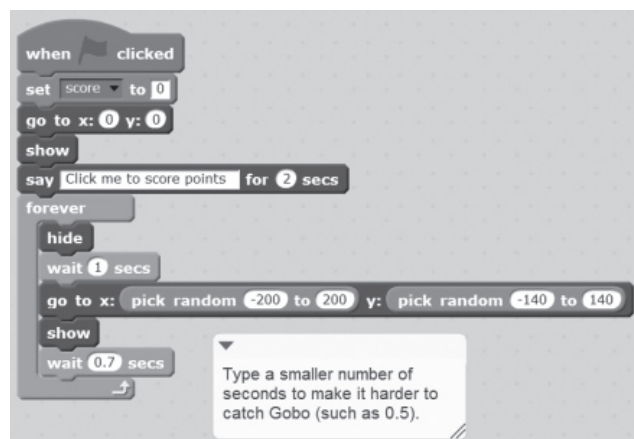


图5 捉迷藏游戏中部分Scratch代码^⑤

(四) 结论

学习计算远远要超过学习代码。通过从具体实例中定义模式和归纳,计算思维能够帮助学习者发展自身抽象能力。计算思维引入多种信息处理方式和信息呈现方式。它要求学习者系统地识别并删除错误。可能也是最重要的一点是,它提供一种分解问题的方式,并努力在生活的每个领域中解决它们。

资源:

The importance of computational thinking and how it can be incorporated within the curriculum for children aged 5–11: Berry, M. (2013). *Computing in the National Curriculum: a guide for primary teachers*. Bedford, UK: Computing at School.

www.computingatschool.org.uk/data/uploads/CASPrimaryComputing.pdf

Computational Thinking: Teacher Resources from The International Society for Technology Education (ISTE) and the Computer Science Teachers Association (CSTA):

csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/472.11CTTeacherResource_s_2ed-SP-vF.pdf

Google for Educators offers a curated collection of resources related to computational thinking:

www.google.com/edu/resources/programs/exploring-computational-thinking/index.html#!resources

What is Computational Thinking? A framework developed by Harvard, based on studies context of the Scratch programming environment:

scratched.gse.harvard.edu/ct/defining.

Scratch programming environment for children:

scratch.mit.edu

A framework that includes lesson planning, classroom techniques and assessment Curzon, P., Dorling, M., Ng, T., Selby, C., Woollard, J. (2014). *Developing computational thinking in the classroom: a framework*. Computing at School.

community.computingatschool.org.uk/files/3517/original.pdf

A detailed review of publications on computational thinking:

Grover, S., & Pea, R. (2013). *Computational thinking in K–12: a review of the state of Educational Researcher*, 42(1), 38–43.

七、利用远程实验室在科学实验中学习——在真实科学设备下指导实验

潜在影响：中等

时间跨度：不间断

在真实世界中，实验室体验能够提供给学生直接实验或者从中得到数据的机会，他们在实验室中有机会运用科学理论，使用工具、数据采集设备和模型。《美国国家学术科学报告》指出，“实验室学习有助于揭示科学的本质，也应该被置于科学学习的核心位置”。这一结论在英国科学与技术理事会的一份声明中也有重申。然而学校实验室学习的价值备受批评，因为在学校实验室中做实验的体验强调实践性而忽视深度学习。

有一项创新就是中学生和大学生可以远程做真正的科学实验。在远程实验室，学生通过互联网控制真实材料和设备，计算机完美流畅地执行这个程序。学生因而能够关注智力技能和概念理解。课堂教学的教师们可以在安装和管理材料与设备上花少量的时间，将更多的时间花在设计和支持学生学习方面。学生也可以轻松地比较数据集、收集较大的数据集，重复和延伸实验。巴西的圣卡塔琳娜州联邦大学的远程实验室（RExLab）便是一个例子。在巴西，目前只有7%的学校有自己的科学实验室，因此远程科学实验室为学生创造了控制科学设备从事电学、力学、物理学和计算机科学实验的机会。

请注意，远程实验室不是仿真：学生控制高端科学设备，收集物理现象中的数据。通过一个远程实验室，学生能够接触科学仪器和材料，而这些仪器和材料往往很昂贵、危险性大、操作难度大或者很耗时。例如，放射性实验室（Radioactivity iLab）中学生通过铯-90来测量辐射。在iLab实验室中，学生在美国可以调整一个在澳大利亚的盖革-米勒计数器，从不同距离来测量放射性并通过视频直播观察其变化，其学习目标是观察并推断一个点光源所发射的辐射强度按比例降低，与距离的二次方成反比。

在很多学科中远程实验室都很有效，包括天文学、生物学、化学、计算机网络学、地球科学、工程学、水利学、微电子学、物理学和机器人学。而且，通用平台正在新兴发展，如iLab Central、Go-Lab和开放科学实验室（Open Science Laboratory）。远程实验室的不断增加及其优势，意味着现在应适时关注教学法创新，也很有必要去充分发挥本地和远程实验室的潜力。



图6 ARROW为开放大学学生远程控制无线电望远镜[®]

技术促使实验室学习机制更加快速与简单，那么学习如何被提升？以下是促进实验中学习采用创新教学需要回答的六个核心问题：

1. 学习的目标是什么？

在传统实验室，有时目标仅仅是能安全、准确地操控科学仪器。在远程实验室，教育工作者更应关注概念理解、衡量目标是否与当天的课程目标一致。学生更愿花较少时间安装（和清洁）实验室，而用更多时间来追求智力目标。他们也愿意使用少量微调设备便可获得更高质量的数据集。但是对于某些目的来说，动手操作本地材料开展试验可能会更好。例如，在远程实验室，学生很少有机会去设计如何控制和测量现象。无论是远程实验室或者本地实验室，关注真正的科学学习目标（而不是仅仅关注如何使用真实材料）才是创新教学的一个特点。

2. 学生在实验课前后分别需要什么指导？

教学设计经常提供具体资源以指导学生开展实验。但是现在在实验课前后，学生所需指导往往并不是经过深思熟虑后设计的。例如，学生需要在计划有意义的实验和调查的时候得到支持，他们在利用技术如概念地图来形成概念以及精心设计假设时得到帮助。他们在弄清楚数据表示什么结果、数据和原始驱动问题之间是否有关联以及决定下一步做什么时，也需要指导。通过计划、演示、反思整个循环，教育工作者能够更好地将学生培养成为自主学习者。

3. 学生如何获得及时反馈以指导他们的学习？

研究者指出，在传统物理实验室，教师的典型行为就是在四周走动，发现学生在实验中有哪些困难，并适时干预。然而，远程教师可能需要获得如何在实验课中对学生进行指导的能力。在远程实验室开展实验的过程中，学生也需要参与测试和帮助，但是教师可能不会出现在课堂上。实验进行过程中，数字化资源能够支持学生核查个人的理解和进步，提供反馈指导学习。

4. 社会角色如何支持学习目标？

同样的，学校和大学物理实验室是学生之间可以进行社会交往以支持彼此学习的地方。在远程实验室中，通过聊天或者网络电话建立交流沟通。

计算机支持协作学习的研究强调需要构建学生之间的协作，包括分配给每个学生具体角色，提供可分享的工作空间，精心策划学生实验课中的交流，帮助他们监测和提高社交能力。

5. 意义建构和数据收集在此能实现翻转吗？

通常我们希望学生在校期间收集数据，然后把组织与解释数据作为家庭作业。然而，这种安排就要求学生必须独自在家、在缺少支持环境的情况下去完成一项富有挑战性的智力工作。远程实验室使得学生在课堂外开展实验成为可能，由此在家实验与学校实验实现了翻转。这使得教师能够重点关注学生，进而决定让学生调查什么并对结果数据进行讨论。总的来说，创新教学有助于平衡实验与学习的时间和支 持——确保意义建构这种困难任务不是留给学生独自去思索。

6. 教师如何准备？

远程实验室给教师学习带来了新的可能性。对于那些正在大学读书的实习教师而言，他们能够在自己大学校园里进行远程实验室实践，之后在中学实际教学中可以教学生使用同样的实验室。远程实验室也可以将学生收集的样本数据集提供给教师，可以帮助教师计划课程。更重要的是，不同地方的教师能够使用同一个远程实验室，他们能够更轻松地讨论实验课教学法。

结论

学生实践真正的科学实验，不再局限于正常工作时间内的中学或者大学科学实验室。网络远程控制实验的能力意味着学生能够访问设备和材料，平时由于成本、安全、难度水平和时间要求等问题而不能使用这些设备和材料。这也使学生和教师更加关注学习目标和科学学习教学法，而不仅仅是实际操作设备。

资源：

Go-Lab portal to online labs for schools:

www.go-lab-project.eu

Open letter from the Council for Science and Technology to the former UK Secretary of State for Education in 2013, arguing that practical laboratory work should be at the heart of science learning:

www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/230509/13-1131-stem-education.pdf

iLabs network of remote labs:

ilabcentral.org

Remote Experimentation Laboratory (RExLab) provided by the Federal University of Santa Catarina, Brazil:

relle.ufsc.br

OpenScience Laboratory, bringing practical science to students:

learn5.open.ac.uk

Review of remote labs in education:

Cooper, M. & Ferreira, J. M. M. (2009). Remote laboratories extending access to science and engineering curricula. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 2(4), 342-353.

oro.open.ac.uk/20433/1/tlt2009040342.pdf

Evaluation of use of remote labs with schools, indicating a need to focus on active manipulation of control devices and to teach key skills such as experimental design and control of variables: Lowe, D., Newcomb, P., and Stumpers, B. (2013).

Evaluation of the use of remote laboratories for secondary school science education. *Research in Science Education*, 43(3), 1197-1219.

link.springer.com/article/10.1007%2Fs11165-012-9304-3#page-1

Study of remote lab use by undergraduate students, indicating a need for realism such as live video of the lab:

Sauter, M., Uttal, D. H., Rapp, D. N., Downing, M. & Jona, K. (2013). Getting real: the authenticity of remote labs and simulations for science learning. *Distance Education*, 34(1), 37-47.

groups.psych.northwestern.edu/uttal/documents/Sauteretal2013.pdf

Study of introduction of remote lab use in a Brazilian school, indicating importance of access on mobile devices and teacher development:

Simão, J. P. S., de Lima, J. P. C., Rochadel, J. B. da S. (2014). Remote Labs in Developing Countries: An Experience in Brazilian Public Education. In *proceedings of IEEE 2014 Global Humanitarian Technology Conference*, 1-13 October 2014, San Jose, CA. 99-105.

ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=6970267

Report on the status of science labs in US high schools:

Singer, S. R., Hilton, M. L. & Schweingruber, H. A. (Eds.) (2005). *America's Lab Report: Investigations in High School Science*. Washington DC: National Academies Press.

www.nap.edu/catalog/11311/americas-labreport-investigations-in-high-school-science

Review of guidance for supporting student use of online and remote labs:

Zacharia, Z. C., Manolis, C., Xenofontos, N., de Jong, T., Pedaste, M., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Mäeots, M., Siiman, L., & Tsourlidaki, E. (2015). Identifying potential types of guidance for supporting student inquiry when using virtual and remote labs in science: a literature review. *Educational Technology Research and Development*, 63(2), 257-302.

link.springer.com/article/10.1007%2Fs11423-015-9370-0#page-1

八、具身学习——全身心参与学习

潜在影响：中等

时间跨度：长久（4年以上）

具身学习来自于人体自身的自我意识——运动、生理测量、限制以及 与客观世界之间的互动。有些形式的学习很重要，例如进行一项新运动，或者学习开车，从更为广泛的意义而言，身体如何影响和顺应我们的认知学习。当我们进入不同环境与人和物进行交互时，我们的身体和四肢要适应周围的环境。我们会有意无意地不断调整，以适应我们所在的环境、周围的温度以及我们接触的人和物。

环境为行动（能供性）提供机会，身体通过走、跑、听、看、摸、闻和尝这些行为来察觉和行动。当这些连续行动和反应触发我们的注意力时，学习就发生了。即使身体没有融入到环境中，或者我们正在学习体育活动如跳舞，或者我们正在改变环境以满足我们的需要（例如通过素描、油画、雕刻或建筑），学习也可以发生。

（一）肢体是如何影响学习的

肢体动作伴随着物理行为——例如使用一支钢笔、铅笔或者毛笔去写字或者画画——影响着我们的学习。当我们使用双手来写字或者画画，而不是用键盘敲字时，我们可能会划掉、增加笔记以及在文字旁边画表格。创建文本、数学题解答或者绘画都能将学习可视化，并呈现给其他学习者或教师。学生利用他们的作品或者划掉的痕迹来洞察思维过程、看到知识差距，也许可以通过增加笔记或者绘画行为，提出技术改进的方式。这些思想和身体行为协调在一起来表达思维过程，以促进教学和学习。儿童通过划掉或者增加图形来展示减法计算过程，诗人在手稿中留下创造过程的痕迹。

钢笔设备或者触摸输入可以捕获笔画，重放笔的勾画过程可以形成问题解决的动画。教师可以创造“处理过程示例”视频来说明解决数学问题的过程或者通过绘画或增加图表来解释一个概念。对触摸压力敏感的新技术能以更微妙的方式展示绘画过程。不管怎样，这些都是墨水深浅和颜料色彩的数字模拟。绘画通过反射特定环境的光线来创造变化的颜色，而电脑屏幕则是在传输和过滤光。

当我们通过手势与界面，例如桌面（巨大的多媒体触摸计算机屏幕，其高度在腰部以上）交互时，技术就增加了其学习辅助价值。学习者可以使用这些交互工具，利用手指、脚指或者其他肢体动作直接操纵数字信息。

手势能够帮助人们交流、指示或者移动真实或者虚拟物品、共同制作图形和图案以及创造音乐和舞蹈，这都是在表达某个意思。手势在儿童数学和科学发展中也发挥着基础性作用，例如他们旋转图形，进行东西分类，倾倒液体以及摆放或移动物品。孩子在做这些动作的同时，往往用语言向成人表达行为意识，例如“推”或者“倾倒”，这就形成了最基本的科学语言。

在一些实例中，桌面系统比使用鼠标和屏幕光标能更好地支持学习，使人的认知意向与物理动作之间有一个更直接的路径。例如，欧洲JuxtaLearn项目中，学校学生分组协同利用数字桌面系统对科

学和数学中的棘手问题给出共同解释。他们利用双手在大屏幕上移动或者重新排序以便填写他们解释内容和结构的文本框。他们输入文字、向别人解释自己的行为，他们展示了对科学概念的理解。



图7 JuxtaLearn项目中孩子们在与桌面系统交互^⑦

（二）具身学习的新发展

现在的移动和可穿戴设备包括一系列不同的感应器，能够提供各种信息，包括外部环境信息（如周围的温度，光的强度和位置），也包括个体的物理和生理数据（如在一个特定时间范围内的行走步数、心率或者血压水平）。这些数据有时候称之为“量化自我”，用于帮助我们了解自己，提高健康并诊断身体的疾病和缺陷。

（三）具身学习的利弊

具身学习能够通过生成个性化的、和学习直接相关的数据而产生新的认识。具身学习也是参与式学习的新方式。事实证明，这确实对学习富有吸引力。然而，除非教育者经过深思熟虑之后实施具身学习，不然此教学法也将面临着参与性的挑战，尤其是对于患有身体残疾、不便参与体力活动或复杂身体运动的人而言，则有可能导致他们产生沮丧或者尴尬情绪，从而降低他们的学习动机和积极性。

人们也意识到具身学习对动机的其他影响。有些人指出自己对监测个人健康上瘾。因此，他们在没有穿戴设备时就不愿意进行练习，觉得这样活动是一种浪费。他们也指出感觉到自己受控于设备，当他们达到每天目标时，他们都在体验快乐，感受到满足和自豪，并提高了积极性。

（四）结论

具身学习指出学习不仅发生在大脑思维中，同时也存在和发生在我们身心体验实践活动中。当我们利用肢体动作感受学习内容时，可能会留下深刻

的、长时的心理痕迹。在某些情况下，也将产生较高的测试分数，增加知识记忆。

可穿戴和植入技术的新发展，包括内部芯片和数字纹身，有可能提供更多个人肢体动作和心理数据。然而，人们使用这些技术延展或者加强思维和身体活动，不是总让人觉得舒适或者获益。显而易见，在我们采用这些技术之前需要认真思考技术对学习有可能会造成的潜在负面影响，例如降低学习动机或导致沮丧。

资源：

Khan Academy teaching by worked example videos:

www.khanacademy.org

SMALLab Learning advancing embodied learning in schools and museums:
smallablearning.com/embodied-learning/

Duus, R. & Cooray, M. (2015). How we discovered the dark side of wearable fitness trackers, *The Conversation*, June 19, 2015.

theconversation.com/how-we-discovered-the-dark-side-of-wearable-fitness-trackers-43363

McNerney, S. (2011). A Brief Guide to Embodied Cognition: Why You Are Not Your Brain. *Scientific American Blog Network*, November 4, 2011.

blogs.scientificamerican.com/guest-blog/a-brief-guide-to-embodied-cognition-why-you-are-not-your-brain/

Evidence from gestures by teachers and learners that mathematical knowledge is embodied:

Alibali, M. W. & Nathan, M. J. (2012). Embodiment in mathematics teaching and learning: evidence from learners' and teachers' gestures, *Journal of the Learning Sciences*, 21(2), 247-286.

website.education.wisc.edu/~mnathan/Publications_files/2012_Alibaldi%26Nathan_JLS_Embodiment_Instruction_Gesture.pdf

Evans, M. A. & Rick, J. (2014). Supporting learning with interactive surfaces and spaces. In J. M. Spector et al. (Eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (fourth edition). New York: Springer-Verlag. 689-701.

A related paper can be downloaded from

edutech.uni-saarland.de/uploads/330/issicls2012.pdf

Reflection on the body's role within teaching and learning, based on observation of a school science teacher:

Latta, M. M. & Buck, G. (2008). Enfleshing embodiment: 'falling into trust' with the body's role in teaching and learning, *Educational Philosophy and Theory*, 40(2), 315-329.

www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1111/j.1469-5812.2007.00333.x

Review of literature from anthropology, linguistics, psychology and education:

Roth, W-M. (2001). Gestures: their role in teaching and learning. *Review of Educational Research*, Fall 2001, 71(3), 365-392.

www.cogsci.ucsd.edu/~nunez/COGS160/Roth_PS.pdf

九、适应性教学——采用基于计算机的教学以 适应学习者的知识和行为

潜在影响：中等

时间跨度：长久（4年以上）

适应性教学是一种方式，根据计算机应用分析学习活动中的数据，进而提供给学习者相关内容，将他们的学习活动序列化，判明他们的知识差距，同时促进他们的学习。这个术语也可以应用在软件中，帮助教师基于学生的反馈来调整课堂教学活动。适应性教学与交互式学习有所不同，当学习者使用技术时，直接响应学习者的输入，交互式学习便发生了，而不是去适应学习者的具体特点。人们已经开发了适应性教学产品并运用到课堂、工作场所以及家庭中。

学习者之间在知识、经验及学习偏好上存在很大的差异。即使当学校使用先修课程进行学生筛选，学习者在能力和自信心上也存在着差异。例如，两位都通过了高中代数并且进入同一所大学学习数学课的学生，其中一位对代数很有热情，然而另一位则认为这是获得学位的一项必需的练习罢了。他们在课堂上的态度和技能差异很大：前者可能觉得很无聊，希望获得额外的挑战，而另一个则很焦虑和没有信心。适应性教学尝试调整以适应不同知识背景和体验的学习者，为他们提供多种学习路径。适应性技术也可以通过响应操作记录给出及时反馈、更正错误或者提供线索。课堂上教师无法给每个学生提供个性化的帮助，也难以提供及时的反馈来提高学生的绩效。

（一）依照自己的步调学习，可视化学习者的差异

我们使用适应性技术软件能够反映大学里正在上课学生的全貌。学生认为一部分课程很有趣，而有些却很无聊。学校不强迫他们学习认为无聊的，而是能够让学习者自己选择学习的顺序，当学习者参与每部分最后测试时，在一个问题上卡住的时间越长，获得的线索也就越多。一旦他理解了较为简单的问题，问题难度随之加深。系统就会提示他去复习较薄弱的点。每天结束的时候，教师查看每位学生的表现，利用系统中的反馈来发现在哪些问题上大部分学生都存在困难。因此，系统便会为教师提供反馈，以便于他们在第二天课堂中着重讲解这些概念，或者将学生分成不同小组，讨论具体问题。

（二）适应性教学技术

适应性学习产品的数量正在快速增加。一些学者把适应性方法看做是为学生提供灵活学习的选择，尤其是针对那些从事补偿教育和通识教育课程或者完全在线课程中的学习者。许多适应性学习产品源自20世纪80年代的“智能导师系统”。人们开发这类系统主要是为了支持数学教学，但是新产品可用于更

多科目，包括英语、心理学、经济学以及生物学。

专业的软件设计师和教育技术工作者共同完成适应性产品的设计和序列化。Pearson's MyLab和Mastering这两个产品包含很多科目：生物、化学、工学、心理学、写作、厨艺、海洋学以及会计。Knewton使用心理测量工具来分析学习者能力，使用概率模型推荐要完成的下一个学习活动，按掌握度分类学生，使用衰退曲线来模型化遗忘度，进而触发学习旧材料的提醒。Knewton也像其他系统（如Smart Sparrow）一样，允许教师选择课程设计和设置适用范围。

Smart Sparrow提供工具创造仿真和交互内容。CogBooks允许教育者选择已创建课程或者创造自己的课程。系统中适应性课程序列既不是预设路径，也不是基于测试结果，而是运用算法和机器学习方法为每个学习者不断调整的学习序列。它增加了学习者兴趣这个属性来使学习内容标准化，例如，生成吸引学习者的行业情境数学问题。

Cerego辅助记忆软件要求学习者基于他们需要覆盖的学习内容和可用时间来设定目标，然后制定一个学习计划。Brainscape根据学习者信心和可用学习时间来调整教学闪卡。该模型基于认知科学研究设计，即教学方法应如何序列化、设定时限和重复，以便将知识有效地存储于长时记忆。

大规模开放在线课程和在线学习内容也运用适应性这个特征，根据学习者偏好选择教学方法来支持学习。学习者可以选择与指导学徒、基于实验的探究方法相类似的方法展开学习。Mathspring数学辅导游戏中的交互同伴为学生传播鼓励信息，根据学习者的信心、兴趣、挫折或积极性，调整游戏的难度。另一个辅导程序是依据监测学生大脑活动来调整内容，同时记载工作负荷、厌倦度、开小差的频率和参与度。

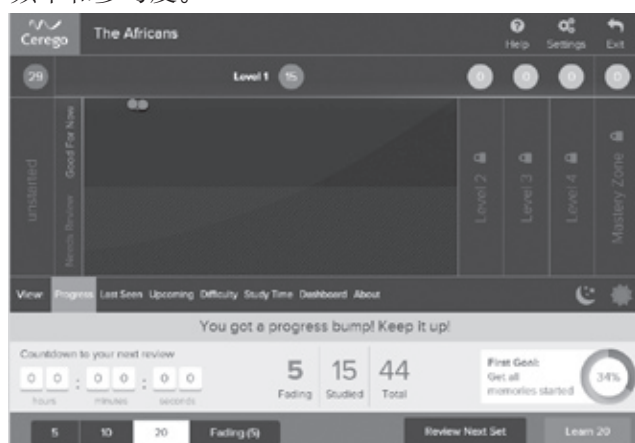


图8 Cerego辅助记忆系统中的学习者仪表盘^⑧

（三）调整适应性教学

先前发布的创新教学年度报告强调适应性学习要素，包括学习分析、动态评价和游戏中学习。尽管已经有了很大进步，但适应性学习当前仍面临着障碍。如果教学材料必须要满足不同学习者的需求和兴趣的话，那么开发这样的适应性系统就很昂贵了。传统学习方法需要线性课程，而适应性学习需要将内容按照不同等级进行分解，以提供多种教学方法，针对常见误解提供一连串的提示，给学习者适当水平的挑战和支持。数学和语言适应性教学系统中，设计者在不同难度水平上设计生成不同例子和提示，用以匹配学习者行为。系统能生成练习，检测出学生的出错点，预示在哪里将会存在误解。不管怎样，这些辅导系统设计涵盖了多年来对学习者误解研究的成果。由于这个原因，成本效益分析、围绕内容分析与生成的开发效率对适应性技术发展来说尤为重要。

资源：

Adaptive flashcards:

<https://www.brainscape.com>

Cerego adaptive software for learning based on spaced rehearsal for memory retention:

cerego.com

CogBooks: adaptive learning books:

pub.cogbooks.com/~cogbooks/product/

Knewton system for teachers to create adaptive learning content:

www.knewton.com

MathSpring adaptive mathematics practices software:

mathspring.org

Report on adaptive learning for Knewton:

www.knewton.com/wp-content/uploads/knewton-adaptive-learning-whitepaper.pdf

Pearson MyLab& Mastering adaptive tutoring products:

www.pearsonmylabandmastering.com

Smart Sparrow adaptive e-learning platform:

www.smartsparrow.com

Introduction to adaptive web-based systems for education:

Brusilovsky, P., & Peylo, C. (2003). Adaptive and intelligent web-based educational systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED)*, 13, 159-172.

telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00197315/document

Design, development and deployment of a MOOC that offers five learning strategies based on learner preference:

Sonwalkar, N. (2013) The First Adaptive MOOC:

A Case Study on Pedagogy Framework and Scalable Cloud Architecture – Part I. *MOOCsFORUM*, 1, 22-29.

online.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/mooc.2013.0007

十、情绪分析——回应学生的情绪状态

潜在影响：中等

时间跨度：长久（4年以上）

情绪、关注和参与是驱动学习的关键。当你决定是否要起床，阅读一篇复杂的文章，或者完成一项挑战性工作，常常涉及到你的情绪。因为执行这些活动的感觉将决定你是否去做这些事情、是否坚持下去，更重要的是，是否享受其中。

（一）探测情绪

采用先进的人工智能方法探测情绪是运用于市场营销和广告中的一种方法。一些公司仅仅使用简单的桌面网络摄像头、智能手机或者笔记本电脑，就能准确地测量人们在看广告时情绪、参与和关注体验。通过将眼动追踪（追踪观众眼睛聚焦于视频或者文本中特定元素的方式）和面部表情（例如吃惊或者摇头）及身体动作（向前或者向后倾斜）联系起来，一些公司就能够跟踪、探查以及预测人们对特定广告有何反应，哪里能够吸引他们的注意力，他们是否喜欢或者不喜欢某些特定场景，他们是否将品牌和特定情绪联系起来。

营销公司发现，不是聘请昂贵专家和顾客小组去确定一个广告是否有用，而是让成千上万的人自愿坐在屏幕后面去分享他们对广告的情绪反应。基于志愿者的情绪反应重新布置特定元素和场景，公司调整人群回应情感投入的方式，从而最大化地强化人们记住品牌的机会。

在学习科学领域，研究者处于类似突破的边缘。眼动追踪技术、情感和参与在过去的十年里已经成熟。在一个成熟学科中运用这些方式测量学习者关注哪里或者在哪里点击学习材料，能够帮助研究者、教师和学习者发现人们何地、何时以及如何学习。

当你阅读这篇文章时，你可能同时在看聊天信息、聆听Spotify（音乐试听软件）或者无意中听到旁边的谈话。如果这篇文章真正吸引人和有趣，你的思维、眼睛和身体都将完全沉浸在学习体验中。在未来，机构使用情绪分析将能够追踪到学习者选择哪类学习材料、辨别出他们是否分心、小测验的答案是不是猜测出来的，抑或他们是真的在学习。

（二）基于情绪反馈的个性化学习

我们将人们点击和打字行为与他们目光聚焦区域联系起来，为个性化学习创造更多机会。例如一位学生正在回看以前的材料，那可能说明文章不是足够的清晰，他正在努力理解一些概念。如果他持续寻找关键术语，来回滚动，并且有一个困惑的面

部表情（或者更糟糕，变得恼怒了），系统或许可以向他推荐一个短视频，以引人入胜的方式解释关键概念，或者提供一个快速帮助功能。

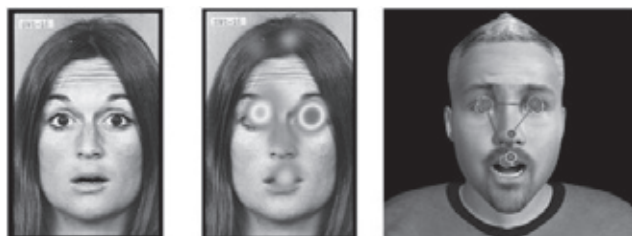


图9 眼睛追踪研究——覆上颜色的部分显示观众看向哪里^⑨
Image © Christian Joyal.

或者，如果分析显示一位学生正在快速略读文章，她可能已经熟悉了关键概念，且开始厌烦，这时可以弹出一个参与性练习或者提供与同伴讨论复杂问题的对话机会。因此，情绪分析与适应性教学协同开展，可以提供更多个性化的学习体验。

将眼动追踪、情绪数据与学习行为数据联系起来可能是难得机遇，如果学习者从中获得积极益处，他们才愿意分享眼动、面部表情和姿势数据。数据分享的一个好处是分析工具能够正确地辨别学习者的情绪，然后提供合适的教学和有效反馈。尽管实践问题已经被解决了，但如果学习提供者希望监测学生的情绪反应，仍然需要面对复杂伦理和隐私等挑战性问题。他们需要获得学生和教育工作者的信任，方可基于实际的学习情绪和需求提供准确的适应性学习方案。

资源：

Test your own emotional reactions to advertising videos:

www.affectiva.com/technology/

Project by Sidney D' Mello and Ryan Baker to detect emotions while students learn from the Newton's Playground game for physics learning: sites.google.com/site/sidneydmello/projects#TOC=Emotions-while-Students-Learn-from-Newton-s-Playground

Introduction to how researchers are gathering data from many sources, including emotion, to develop computer-based tutoring systems:

Koedinger, K., D' Mello, S., McLaughlin, E. A., Pardos, Z. A., & Rosé, C. P. (2015). Data mining and education. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 6(4), 333-353.

onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wcs.1350/abstract

Visschedijk, G. C., Lazonder, A. W., van der Hulst, A., Vink, N., & Leemkuil, H. (2013). Modelling human emotions for tactical decision-making games. *British Journal of Educational Technology*, 44(2), 197-207.

publications.tno.nl/publication/100054/RqYpW1/visschedijk-2013-modelling.pdf

Design of adaptive tutoring based on overcoming negative student emotions:

Arroyo, I., Muldner, K., Bursen, W., & Woolf, B. P. (2014). Adaptive interventions to address students' negative activating and

deactivating emotions during learning activities. In R. Sottolare, A. Graesser, X. Hu & B. Goldberg (Eds.). Design Recommendations for Intelligent Tutoring

Systems Vol 2 (pp. 79-92). Orlando, FL: U.S. Army Research Laboratory. ict.usc.edu/pubs/Intelligent%20Tutoring%20Support%20for%20Learners%20Interacting%20with%20Virtual%20Humans.pdf

Study comparing people's ability to recognize emotions on real and virtual faces:

Joyal, C. C., Jacob, L., Cigna, M-H., Guay, J-P. & Renaud, P. (2014). Virtual faces expressing emotions: an initial concomitant and construct validity study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(787). Published online.

www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4179743/

十一、隐性评价——学习过程中的隐性评价

潜在影响：中等

时间跨度：长久（4年以上）

当人们玩现代计算机游戏的时候——探索虚拟世界，打击敌人，克服挑战——计算机软件不断变换游戏世界，设置新敌，不断地设置困难问题，监控他们的进步。这种持续追踪一个人的进步同时直接提供自动反馈的方法被定义为隐性评价，它开始运用到教学游戏和教育模拟中。

隐性评价通过不断地调整模拟环境来延伸适应性教学，而不是基于学习者知识和误解的诊断来选择路径或者练习。评价被嵌入游戏进程中，学生可能没有意识到这种动态监控以及正在发生的响应。

Valerie Shute于2005年首次使用隐性评价这个术语，在名为Smithtown的系统中用来描述自动评价过程。当学生探索模拟世界、改变变量，如咖啡的价格和居民的收入时，系统便开始教授微观经济学（例如供求规定）原理。这样做的目的是要教导学生如何通过形成假设和测试预测来进行探究式学习。软件使用人工智能中的方法来监测和分析学生行为，给他们提供反馈，以支持他们探究技能发展。

（一）隐性评价的原则和理论

隐性评价的关键原则如下：

- 软件在计算机游戏或者虚拟世界中分析学生的交互；
- 系统不断地调整游戏结构来支持学习，例如通过提供与学生表现相匹配的新挑战形式和层次；
- 系统保持了游戏进程，使得教学和评价成为游戏的一部分；
- 系统建立一个动态的学习者模型，用来表示他们的能力和素养；
- 目的是通过淡化评价和学习之间的界限来减

少学习者的测试焦虑，之后再进行准确诊断。

隐性评价所隐含的教学法是能力学习。教师（在隐性学习案例中或者是计算机）估计学习者知道什么和能做什么，不断地提供与学生能力相匹配的任务和评价。要做到这一点，教师或者教学系统必须诊断学生在特定问题上的表现，进而推断出能力水平。目标是检测学生问题解决技能，包括知识、理解和应用技能，同时也发现创造力和批判性思维等高阶能力。

隐性评价所隐含的教学法是能力学习。评价数据的自动采集依赖于能力学习教学法与计算机游戏设计方法的匹配，包括设定可达成的目标，管理冲突或者挑战，提供持续反馈，创造一个引人入胜的游戏故事，设计一个令人信服的虚拟环境，并提供有意义的交互。

开发隐性评价游戏的一个成功方法是通过“以证据为中心的设计”。首先，教育游戏的设计者需要确定评价哪些知识、技能和能力，以便这些能够内置到游戏中。这些属性不能被评定（由于游戏不能直接了解学生正在思考什么，隐性方法杜绝设置具体知识测试）。因此，设计者必须弄清楚哪些行为和交互是反映玩家知识、技能和能力的证据。之后游戏中就要触发这些活动，并测量学习者执行任务或解决游戏问题的成功与失败。这些测量方式相连，形成一个衡量学习者已获所需技能或达到一定能力水平的网。

（二）隐性评价的实例

《传送门2（Portal 2）》是一款采用隐性评价的计算机游戏，由Valve Corporation开发。玩家扮演Chell角色，负责探索先进科学实验室，意识到实验室是一个复杂的机械迷宫，通过使用一组工具找到出口。教育目标是让用户学习各种物理知识，从而获得视觉空间技能，培养批判性思维能力。



图10 传送门2游戏封面^⑩

另外一个迥然不同的隐性评价实例是TAALES工具。TAALES工具通过分析学生论文中的词汇属性（例如单词频率和专业术语使用）来评价学生的词汇知识。通过TAALES将学生论文隐性评价耦合到一个系统中，能够帮助学生提高他们的写作能力。

（三）机会与挑战

我们将以证据为中心的设计过程运用到评价和游戏设置中（游戏元素用于促进参与和学习），实现将评价策略、游戏和虚拟世界集为一体，隐性评价便会发挥最佳作用。在已有游戏或者模拟世界中直接增加动态评价则是徒劳无益的方法。

隐性评价技术能够就学习者行为给出及时反馈，也提供给教师和每位学生如何发展探究、批判性思维、决策和创造力的信息。隐性评价还处于早期阶段，目前尚不清楚是否需要针对每个游戏和主题重新开发隐性评价方法，还是采用一般方法。

“隐性评价”这一术语唤起教师和游戏设计者尝试去监测学习者行为，推断他们的动机、能力和局限的愿望，而不管学习者是否愿意或者给予许可。对于研究项目来说，这些系统能够且应该在严格的伦理指导下开发，包括告知学习者他们如何被监测，信息如何被使用以及从参与者那里获得同意和自愿认可。但是隐性评价已经被嵌入到商业游戏中，例如可能被用来评价保险风险而不是玩家知识。

通过将动态评价和反馈融入到计算机游戏中，隐性评价采用引人入胜的方式来培养学习者的创造力、问题解决、毅力和合作能力。引入隐性评价需要小心谨慎，但是早期研究结果展现了在参与模拟游戏中整合动态评价诊断能力的美好前景。

资源：

Portal2 game:

www.thinkwithportals.com

Study of TAALES for essay assessment: Allen, L. K. & McNamara, D. S. (2015). You Are Your Words: Modeling Students' Vocabulary Knowledge with Natural Language Processing Tools. In proceedings of the 8th International Conference on Educational Data Mining, 26-29 June 2015, Madrid, Spain.

www.educationaldatamining.org/EDM2015/proceedings/full258-265.pdf

Evidence-centred design:

Messick, S. (1994). The interplay of evidence and consequences in the validation of performance assessments. *Educational Researcher*, 23(2), 13-23.

onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/j.2333-8504.1992.tb01470.x/pdf

Introduction to stealth assessment: Shute, V. J. (2011). Stealth Assessment in computer-based games to support learning. In S. Tobias and J. D. Fletcher (Eds.) *Computer Games and Instruction*, Charlotte: Information

Age Publishing. 503-524.

http://myweb.fsu.edu/vshute/pdf/shute%20pres_h.pdf

Comprehensive report on stealth assessment: Shute, V. & Ventura, M. (2013). *Stealth assessment: measuring and supporting learning in video games*. Cambridge, MA: MIT Press.

http://myweb.fsu.edu/vshute/pdf/Stealth_Assessment.pdf

【注释】

① Photograph by Gayle Laird © Exploratorium, www.exploratorium.edu Reproduced with permission.

② Figure redrawn from Buckingham Shum, S. (2008). Cohere: Towards Web 2.0 Argumentation. In Proceedings of COMMA' 08: 2nd International Conference on Computational Models of Argument, 28-30 May 2008, Toulouse, France. IOS Press, pp. 97-108.

③ Photograph by Julie Remold. Reproduced with permission.

④ Image © Chris Holden, University of New Mexico. Reproduced with permission.

⑤ Screen captured from scratch.mit.edu/projects/10128368/#editor

⑥ From the OpenScience Laboratory learn5.open.ac.uk/course/format/sciencelab/section.php?name=af_sxp288

⑦ Image © Anne Adams. Reproduced with permission

⑧ Screen captured from cerego.com/sets/720261/learn

⑨ Image © Christian Joyal. Reproduced with permission

⑩ © Valve Corporation. www.thinkwithportals.com

英文版权说明：

Sharples, M., Adams, A., Alozie, N., Ferguson, R., FitzGerald, E., Gaved, M., McAndrew, P., Means, B., Remold, J., Rienties, B., Roschelle, J., Vogt, K., Whitelock, D. & Yarnall, L. (2015). *Innovating Pedagogy 2015: Open University Innovation Report 4*. Milton Keynes: The Open University.

中文版版权说明：

M·沙普尔斯, A·亚当斯, N·阿洛齐, R·弗格森, E·菲茨杰拉德, M·加伟达, P·麦克安德鲁, B·米恩斯, J·雷莫尔德, B·赖迪厄斯, J·罗谢尔, K·沃格特, D·怀特洛克, L·亚纳尔著; 许玲, 高茜, 吴亚婕译。《创新教学报告2015》。米尔顿凯恩斯: 英国开放大学。

译者简介：

许玲, 江苏开放大学实习研究员。

高茜, 北京开放大学助理研究员。

吴亚婕, 北京开放大学助理研究员。